

## О ВОЗМОЖНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ СБРОСНОЙ ТЕПЛОТЫ АЭС И ТЭС

**Аннотация.** Актуализирована проблема тепловых сбросов АЭС и ТЭС. Рассмотрена возможность создания энергобиологических комплексов, рассчитанных на утилизацию сбросной теплоты.

Известно, что КПД АЭС с реактором на тепловых нейтронах 30–35 %, а с реактором на быстрых нейтронах – свыше 40 %. Следовательно, более половины полученной в реакторе тепловой энергии выбрасывается в окружающую среду – идёт на нагрев водоёма охладителя или атмосферы, в случае использования градирен.

Основное препятствие для использования тепла, которое отводится охлаждающей водой, – его незначительный температурный потенциал. Однако существуют сферы народного хозяйства, где низкопотенциальную теплоту можно утилизировать эффективно. Seriously обсуждается проблема создания крупных комплексов, рассчитанных на максимальное использование тепловых сбросов. В этих комплексах «сбросное тепло» электростанций будет использоваться в тепличных хозяйствах, рыбоводстве и т.п. Также тепловые сбросы АЭС можно использовать в решении задачи опреснения морской или подземной соленой воды [1].

Рост тарифов на тепловую и электрическую энергию увеличивает затраты на отопление, что приводит к уменьшению эффективности функционирования тепличного хозяйства. Это предопределяет необходимость поиска альтернативных (более дешевых) источников энергии для данных целей. Согласно расчетам, АЭС за счет использования своих энергетических ресурсов могли бы в значительной степени обеспечить потребности в тепловой энергии крупных тепличных хозяйств [2].

При использовании тепловых насосов можно обогревать значительные площади тепличных хозяйств. При этом произойдет понижение температуры технической воды при сбросе ее в водоем. На основании этого можно сделать вывод, что использование сбросной тепловой энергии на обогрев тепличных хозяйств, находящихся на небольших расстояниях от АЭС, позволит уменьшить расходы на обогрев и существенно снизить тепловые выбросы в окружающую среду (рисунок).

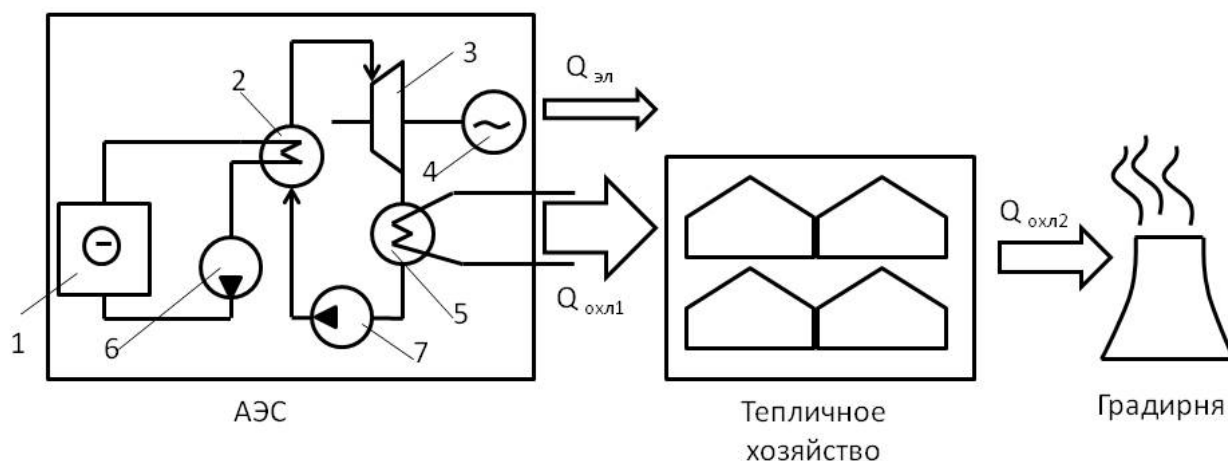


Схема возможного использования сбросного тепла для тепличного хозяйства  
 1 – реактор; 2 – парогенератор; 3 – турбина; 4 – электрогенератор; 5 – конденсатор; 6 – ГЦН;  
 7 – питательный насос

Для обогрева теплиц и животноводческих помещений в зимний период целесообразно применять тепло с более высоким температурным потенциалом, которым обладает сбросная вода электростанций с искусственными охладителями-градирнями. Сбросное тепло прямоточных и прямоточно-оборотных систем, имеющих более низкий температурный потенциал, лучше использовать для организации интенсивного рыбоводства в теплых водах, для нужд ирригации и орошения, а в ряде случаев – для обогрева почвы.

Согласно СНиП 2.10.04-85 отопление теплиц и парников должно осуществляться за счет вторичных энергоресурсов, тепла геотермальных вод, при отсутствии указанных источников – от ТЭС, АЭС и ТЭЦ или собственных источников тепла [4].

Используя сбросное тепло, можно производить продукцию даже в районах с непригодным для сельского хозяйства климатом. В качестве примера следует привести Курскую АЭС, где в 1995 году был введен в эксплуатацию крупный энергобиологический комплекс, имеющий следующие составляющие [3]:

1. Тепличное хозяйство площадью 500 м<sup>2</sup> и производительностью 10 т овощей в год. Система обогрева теплиц снижает в 4 раза потребление коммерческого тепла по сравнению с теплицами традиционного типа благодаря замещению высококалорийного тепла низкопотенциальным теплом сбросной воды. Объем низкопотенциального тепла в общем объеме потребляемого тепла для обогрева теплицы достигает 80 %. Расход низкопотенциального тепла 1 ГДж/ч.

2. Рыбохозяйственный промысел по производству 450 т живого карпа в год. Общий объем садков 6 тыс. м<sup>3</sup> с площадью зеркала 4 тыс. м<sup>2</sup>. Изменения температуры воды на входе и выходе зимой составляют 5-6 °С, летом – 8-10 °С.

3. Блок открытого грунта площадью 3,5 га с получением двух урожаев в год. Разница в температуре воды на входе и выходе составляет 10-12 °С с тепло-съемом 15-20 Вт/м<sup>2</sup>.

Для расчета теплоты, необходимой для обогрева теплицы используется формула [5]:

$$Q_{\text{сист.отоп}} = k_{\text{т}}(t_{\text{вн}} - t_{\text{нар}})S_{\text{огр}} [\text{Вт}], \quad (1)$$

где  $k_T$  коэффициент теплопроводности материала теплиц, Вт/(м<sup>2</sup>·К).

Площадь ограждений:

$$S_{\text{огр}} = k_{\text{огр}} S_{\text{общ}}, \quad (2)$$

где  $k_{\text{огр}}$  – коэффициент ограждения;  $S_{\text{общ}}$  – общая площадь теплиц;  $t_{\text{вн}}$  и  $t_{\text{нар}}$  – температуры внутри и снаружи теплицы.

Для расчета рассматривается период минимального прихода тепла извне, то есть экстремальные условия:

1. Ночной период.
2. Самые холодные сутки года.

При этом минимальная температура в теплице должна составлять 15 °С.

Таким образом, использование сбросной теплоты позволяет снизить тепловые сбросы в конденсаторе и более эффективно использовать топливо. При этом уменьшается тепловое загрязнение окружающей среды. Создание энерго-биологических комплексов позволит превратить АЭС и ТЭС в круглогодичный источник ценных биопродуктов для населения и животноводства.

#### Список использованных источников

1. Методические указания по санитарному контролю за применением и эксплуатацией дистилляционных опреснительных установок / Утв. Зам. Главного государственного санитарного врача СССР В. Е. Ковшило 22 ноября 1985 г. N 4045-85. [Электронный ресурс] URL: <http://www.alppp.ru/law/zdravooohranenie--fizicheskaja-kultura-i-sport--turizm/zdravooohranenie/63/metodicheskie-ukazaniya-po-sanitarnomu-nadzoru-za-primeneniem-i-ekspluataciej-ionoobmennyh.html> (дата обращения 16.11.2015).
2. Васильев А. М. Развитие тепличных хозяйств при условии использования потенциала энерговырабатывающих предприятий / А. М. Васильев // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2011. № 2. С.
3. Преобразование энергии биомассы [Электронный ресурс]. URL: <http://recyclers.ru/> (дата обращения 14.11.2015).
4. СНиП 2.10.04-85 Теплицы и парники: Строительные нормы и правила, 1986.
5. Климов В. В. Расчет системы отопления культивационных сооружений [Электронный ресурс] URL: <http://greenhouses.ru/> (дата обращения 12.10.2015).

УДК 621.499

Бибик И. С., Вальцева А. И.  
Уральский федеральный университет  
[turbina2rista@yandex.ru](mailto:turbina2rista@yandex.ru)

## РАДИОИЗОТОПНЫЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ГЕНЕРАТОРЫ: БОЛЬШОЕ В МАЛОМ

**Аннотация.** В работе рассмотрены основные типы радиоизотопных термоэлектрических генераторов, проанализированы параметры работы данных установок, области их применения и возможные перспективы.